

# VESIHALLITUKSEN MONISTESARJA

1982: 126

HYGIENIAN INDIKAATTORIBAKTEERIT  
NILAKKALOHI OY:N JA SAVON TAIMEN OY:N  
KALANKASVATUSLAITOKSILLA KESÄKAUTENA

Maarit Niemi  
vesitutkimustoimisto  
ja

Irmeli Taipalinen  
Kuopion vesipiirin vesitoimisto





1982: 126

HYGIENIAN INDIKAATTORIBAKTEERIT  
NILAKKALOHI OY:N JA SAVON TAIMEN OY:N  
KALANKASVATUSLAITOKSILLA KESÄKAUTENA

Maarit Niemi  
vesitutkimustoimisto  
ja  
Irmeli Taipalinen  
Kuopion vesipiirin vesitoimisto



## S I S Ä L L Y S

sivu

|   |  |    |
|---|--|----|
| 1 | JOHDANTO   | 3  |
| 2 | NÄYTTEENOTTO   | 3  |
| 3 | MÄÄRITYKSET  | 4  |
| 4 | TULOKSET   | 5  |
|   | 4.1 Tuleva ja lähtevä vesi   | 5  |
|   | 4.2 Rehu, kalanuloste ja sedimentti                                | 6  |
|   | 4.3 Fysikaalis-kemiallisten tekijöiden<br>vaikutus bakteerimääriin | 7  |
| 5 | TULOSTEN ARVIOINTI   | 8  |
|   | TAULUKOT   | 9  |
|   | KUVAT  | 15 |



## 1 JOHDANTO

Tautia-aiheuttavien pieneliöiden osoittaminen vesinäytteistä on hankalaa, koska taudinaiheuttajia on erilaisia ja koska niiden pitoisuudet ovat pienet. Sen vuoksi veden hygieenistä tilaa tutkittaessa määritetään ihmisen ja tasalämpöisten eläinten suolistossa normaalisti esiintyviä bakteereita. Veden mikrobiologisissa normeissa käyttökelpoisuus arvioidaan näiden indikaattoribakteereiden lukumäärän avulla.

Kun varsin puhtaan vesistön veden hygieeninen laatu todettiin heikentyneeksi ilmeisesti kalankasvatuslaitosten vuoksi, kalankasvatuslaitosten vesiä tutkittiin tarkemmin. Kirjallisuudesta löytyi vain vähän tietoja indikaattoribakteereista kaloissa. Jotta saataisiin selville mittaavatko indikaattoribakteereiden määritysmenetelmät myös näissä vesissä niitä bakteerilajeja, joiden katsotaan osoittavan ihmisen ja tasalämpöisten eläinten ulosteiden aiheuttamaa saastutusta, lajisto tutkittiin tarkasti vuonna 1979. Menetelmien todettiin toimivan luotettavasti ja indikaattoribakteereiden lisääntyvän vastoin odotuksia kalankasvatuslaitoksilla (Niemi ja Taipainen 1982).

Tässä raportoidussa tutkimuksessa selvitettiin kuinka indikaattoribakteereiden määrä kasvukauden aikana vaihtelee. Bakteerilajiston tunnistus on vielä kesken.

## 2 NÄYTTEENOTTO

Savon Taimen Oy:n ja Nilakkalohi Oy:n laitoksilla otettiin näytteet kahden viikon välein maanantaisin tai tiistaisin tulevasta vedestä, lähtevistä vesistä (Nilakkalohi Oy: selkeytysaltaasta lähtevä ja ohivirtaus, Savon Taimen Oy: keskikanavasta ja kalankasvatusaltaasta lähtevä siten, että turkistarhan jätevedet eivät häiritse), sedimenteistä (Nilakkalohi Oy: kala-altaan ja selkeytysaltaan sedimentti, Savon Taimen Oy: keskikanava, kalankasvatusuoma ja kalankasvatusallas), kalan ulosteesta (kaksi kokoomanäytettä, kumpikin viiden kalan suolensisällöstä koottuja) ja rehusta (kuiva- ja tuorerehu). Kaikki näytteet otettiin kahtena rinnak-

kaisena steriileihin pulloihin. Vesinäytteet otettiin suoraan pulloon ja sedimenttinäytteet lapiolla steriileihin tölkkeihin. Näiden lisäksi tutkittiin tulevien ja lähtevien vesien indikaattoripitoisuuksia muutamasta näytteestä, jotka otettiin varsinaisen näytteenotto-ohjelman väliviikkoina.

### 3 MÄÄRITYKSET

Vesinäytteistä mitattiin lämpötila, liuennut happi,  $N_{tot}$ ,  $P_{tot}$ , KHT, pH ja sähkönjohtavuus. Sedimenttinäytteistä määritettiin kuivapaino.

Kaikista näytteistä tutkittiin fekaaliset koliformiset (FC) ja kokonaiskoliformiset bakteerit (TC) sekä fekaaliset streptokokit (FS). Lisäksi joillakin näytekerroilla määritettiin Aeromonas hydrophila lukumäärä. Kuivarehunäyte tutkittiin MPN-menetelmällä käyttäen 1 x 10 g, 10 x 1 g ja 10 x 0.1 g putkisarjoja ja MPN-estimaattien laskemisessa Thomasin kaavaa (Thomas 1942). Vesinäytteet tutkittiin kalvosuodatusmenetelmällä (Sartorius SM 13806 AC 37 kalvot) ja uloste-, sedimentti- ja tuorerehunäytteet koliformisten bakteerien osalta pintalevitys ja FS osalta maljavalumenetelmällä.

Maljavalumenetelmissä käytettiin TC bakteereiden määrittämisessä LES Endo agar (Difco) ja inkubointia lämpötilassa  $35^{\circ} \pm 1^{\circ}C$   $22 \pm 2$  h ja FC bakteereiden määrittämisessä MFC agar (mod. Niemelä) ja inkubointia vesihauteessa lämpötilassa  $44 \pm 0.5^{\circ}C$   $22 \pm 2$  h. FS määrittämisessä käytettiin KF Streptococcus agar (Difco) ja inkubointia lämpötilassa  $35 \pm 1^{\circ}C$   $44 \pm 4$  h.

Kuivarehun koliformiset bakteerit määritettiin käyttämällä alustavassa tutkimuksessa laktoosibromikresolipurppuralientä ( $35^{\circ}C$   $44 \pm 4$  h) ja varmistustutkimuksessa briljanttivihreäsappilientä ( $35^{\circ}C$   $44 \pm 4$  h). Näin saatu tulos ilmoitettiin TC lukumääränä. Lisäksi tutkittiin kaasunmuodostus EC-liemessä ( $44 \pm 0.5^{\circ}C$   $22 \pm 2$  h) FC bakteereiden lukumäärän selvittämiseksi. Kuivarehun FS bakteerit viljeltiin atsididekstroosiliemessä ( $35^{\circ}C$  2 d) ja tulos varmistettiin tutkimalla eskuliinin hydrolyysi PSE-agarilla (Pfizer,  $35^{\circ}C$  1 d).



A. hydrophila määritettiin Rippeyn ja Cabellin (1979) menetelmällä, mutta tekemällä oksidaasitesti tryptonihiivauuteagarilla kasva-neilla 5 ... 10 kannalla erikseen. Kahden viikon välein maanantai-sin tai tiistaisin otetuista kaikista näytteistä eristettiin 10 tyypillistä FC ja 20 tyypillistä TC pesäketä. Pesäkkeet puhdis-tettiin kaksi tai kolme kertaa tryptonihiivauuteagarilla ja säily-tettiin suljetuissa putkissa alustassa, joka sisälsi 8 g Lab Lemco Broth ja 5.5 g agaria litrassa. Koliformiset bakteerit iden-tifioitiin API-20 E testikitin avulla (Analytab. Products Inc.).

#### 4 TULOKSET

##### 4.1 Tuleva ja lähtevä vesi

Nilakkalohi Oy:n laitokselle tuleva vesi sisälsi kaikilla tutkimus-kerroilla niin vähän FC bakteereita, että se täytti lääkintöhalli-tuksen talousvesinormin (taulukko 1). Kuitenkin FC bakteereita oli monissa näytteissä osoitettavissa. Savon Taimen Oy:n laitok-selle tuleva vesi sisälsi useina kertoina lääkintöhallituksen talousvesinormin ylittäviä FC pitoisuuksia. Aikaisemmin vesi on ollut puhdasta. FC bakteereiden joutumisen kalankasvatuslaitok-selle tulevaan veteen voi selittää vuoden 1981 sateisuus ja bak-teereiden huuhtoutuminen karjalaitumilta.

Useina ajankohtina ei todettu FC bakteereiden lainkaan lisääntyvän kalankasvatuslaitoksilla ja niinä kertoina, jolloin ne lisääntyivät, muutokset konsentraatioissa olivat pieniä, lukuunottamatta yhtä näytettä Nilakkalohi Oy:n laitokselta (taulukko 1). Kummallakin laitoksella todettiin yhdessä näytteessä FC bakteerien määrä niin korkeaksi, että lähtevä vesi oli vain välttävää uimavettä.

TC bakteereiden perusteella Savon Taimen Oy:n laitokselle tuleva vesi oli huonoa talousvettä samoina kertoina kuin FC bakteereiden perusteella (taulukot 1 ja 2). Lisäksi yksi Nilakkalohi Oy:n lai-tokselle tulevan veden näyte sisälsi runsaasti TC bakteereita.

Lähes kaikki lähtevän veden näytteet sisälsivät TC bakteereita yli talousvedessä sallittavan konsentraation (taulukko 2). Kalan-

kasvatuslaitosten läpi virtaavan suuren vesimäärän vuoksi bakteeritiheyden nousu merkitsee suurta bakteerimäärän lisääntymistä (kuva 1). TC lisäys alkoi nousta kesä-heinäkuun vaihteessa eikä vielä syyskuun puolivälissä ollut laskenut kesäkuun alun tasolle.

FS perusteella puolet Nilakkalohi Oy:n laitokselle ja lähes kaikki Savon Taimen Oy:n laitokselle tulevan veden näytteistä olivat talousvedeksi huonoja, yksi näyte jopa välttävää uimavettä (taulukko 3).

FS lisääntyminen kalankasvatuslaitoksilla oli voimakasta ja useimmat lähtevän veden näytteet osoittivat veden huonoksi uimavedeksi (taulukko 3, kuva 2). Lisäys kasvoi heinäkuun puoiväliin asti ja oli korkea vielä syyskuun puolivälissä. FS ja TC bakteerien lisäys korreloivat keskenään positiivisesti ( $r = 0.586$ , v.a. = 19, merkitsevä 1 % riskitasolla).

A. hydrophila, jonka jotkut kannat joissakin tilanteissa aiheuttavat kalatautia, voitiin osoittaa kaikista tulevan veden näytteistä ja kaikilla kerroilla kohonneet tiheydet lähtevistä vesistä (taulukko 4).

#### 4.2 Rehu, kalanuloste ja sedimentti

Tuorerehusta, joka koostui myllyssä jauhetuista pienkalasta ja sidosaineesta, tutkittiin vain yksi näyte, joka sisälsi vähän FC bakteereita,  $1.1 \cdot 10^5$  TC bakteeria  $g^{-1}$  ja  $2.4 \cdot 10^3$  FS  $g^{-1}$ . Kuivarehu sen sijaan sisälsi vain pieniä määriä bakteereita (taulukko 5). Kuivarehussa oli enemmän FS kuin koliformisia bakteereita, etenkin FC bakteereita.

Kalanulosteen ja sedimentin bakteerimääritystulokset ovat varsin karkeita, sillä sedimentoituminen eri altaissa ja niiden osissa oli erilaista, näytteenotto lapiolla oli karkeata, kalojen ruokkimisesta kulunut aika vaihteli ja näytteiden homogenointi ilman homogenointilaitetta ei aina tuottanut riittävän hyvää tulosta. Lisäksi TC viljelyn tuloksen tulkintaa häyttasi taustakasvun runsaus. Bakteerisaastutuksen tasosta ja ajottumisesta tulokset

kuitenkin antavat kuvan.

FC bakteereita esiintyi vain kolmessa kalanulostenäytteessä (taulukko 6). Näillä tutkimuskerroilla myös rehu sisälsi FC bakteereita ja Savon Taimen Oy:n tulevassa vedessä todettiin kohonnut FC-tiheys (taulukot 1 ja 6). Savon Taimen Oy:n laitoksella sedimentissä esiintyi FC bakteereita lähinnä silloin, kun bakteeritiheydet tulevassa vedessä olivat korkeita. Aina, kun kalanulosteessa esiintyi FC bakteereita, niitä voitiin osoittaa myös sedimentistä.

TC bakteereita esiintyi lähes kaikissa kalanulostenäytteissä ja heinäkuun alusta tai puolivälistä lähtien runsaasti (taulukko 6). Sedimentin kaikista näytteistä näitä bakteereita löytyi, heinäkuun puolivälin jälkeen tuhansia grammassa kuiva-ainetta. Nilakkalohi Oy:n laitoksella oli 22.6.1981 tutkituissa kalanulosteen ja sedimentin näytteissä viereisiä tutkimuskertoja suuremmat TC määrät. Tällöin laitokselta otetussa tuorerehunäytteessä oli runsaasti bakteereita.

FS tiheydet kalanulosteessa nousivat kesä-heinäkuun vaihteessa ja pysyivät korkeina koko tutkimuksen ajan, vaikka tiheyksissä oli tällöin suurta vaihtelua (taulukko 6). Sedimentissä FS tiheydet nousivat koko tutkimusjakson ajan.

#### 4.3 Fysikaalis-kemiallisten tekijöiden vaikutus bakteerimääriin

Kun vesi virtasi kalankasvatuslaitosten läpi tutkimusjakson aikana, liuenneen hapen kyllästysprosentti laski ( $\bar{x} = 29 \%$ ), johtokyky hie-  
man nousi, pH hieman laski, orgaanisen aineen konsentraatio hieman  
nousi ( $\text{COD}_{\text{Mn}}, \bar{x} = 0.8 \text{ mg l}^{-1}$ ), kokonaisfosforikonsentraatio nousi  
( $\bar{x} = 70 \text{ mg l}^{-1}$ ) ja kokonaistyyppikonsentraatio nousi ( $\bar{x} = 380 \text{ mg l}^{-1}$ ). ?

p.o. mg/l ?

FS lisääntyivät samanaikaisesti, kun kokonaisfosforin konsentraatio lisääntyi ( $r = 0.781$ , v.a. = 15, merkitsevä 0.1 % riskitasolla) ja liuenneen hapen kyllästysprosentti aleni ( $r = -0.658$ , v.a. = 15, merkitsevä 1 % riskitasolla). TC bakteereilla ei näiden muuttujien kanssa ollut merkitsevää korrelaatiota.

Veden lämpötilan noustessa alkukesällä bakteerit alkoivat lisääntyä

kalankasvatuslaitoksilla, mutta syksyllä hygienian indikaattoribakteerien määrät säilyvät korkeina lämpötilan laskiessa.

521 TC kannasta, jotka tähän mennessä on tunnistettu, 6.3 % oli Escherichia coli bakteereita, 14 % Enterobacter lajeja, 5.6 % Klebsiella pneumoniae bakteereita, 9.2 % Citrobacter freundii bakteereita ja 16 % A. hydrophila bakteereita.

## 5 TULOSTEN ARVIOINTI

Tämä tutkimus vahvisti aiemman yhteen näytteenottokertaan perustuvan havainnon fekaali-indikaattoribakteerien lisääntymisestä kalankasvatuslaitoksilla. Etenkin keski- ja syyskesällä TC ja FS bakteerien lisääntyminen oli merkittävää. On huomion arvoista, että FC bakteerit eivät säännöllisesti lisääntyneet kalankasvatuslaitoksilla, vaan lisääntyminen oli satunnaista. On mahdollista, että käytetyn rehun laatu (kuivarehu-tuorerehu) vaikuttaa FC bakteerien lisääntymiseen. Toisaalta tulevan veden mukana laitoksille joutuu näitä bakteereita.

FC bakteerit antavat kalankasvatuslaitoksilta poistuvan veden hygieniasta parhaan ja FS huonoimman kuvan. FS lajiston tarkka tutkimus kalankasvatuslaitosten vesistä olisi tarpeen, koska FS on Suomessa tärkeä hygienian indikaattori.

A. hydrophila bakteerit lisääntyivät kalankasvatuslaitoksilla merkittävästi ja tarkka lajiston tunnistus on tarpeen, jotta voitaisiin arvioida niiden merkitystä kalataudin aiheuttajina.

Taulukko 1. Fekaaliset koliformiset bakteerit kalankasvatuslaitosten vesissä (kpl/100 ml)

| Nilakkalohi Oy |        |                |              | Savon Taimen Oy |        |             |            |
|----------------|--------|----------------|--------------|-----------------|--------|-------------|------------|
| pv             | tuleva | selkeytysallas | ohijuoksutus | pv              | tuleva | keskikanava | kasvatusk. |
| 2.6.81         | 0      | 1              | 0            | 2.6.            | 0      | 1           | 9          |
| 9.6.           | 0      | 3              | 1            | 15.6.           | 19*    | 20*         | 37*        |
| 22.6.          | 5      | 8              | 11*          | 23.6.           | 1      | 6           | 8          |
| 30.6.          | 2      | 70*            | 110**        | 29.6.           | 8      | 4           | 11*        |
| 7.7.           | 1      | 4              | 2            | 9.7.            | 3      | < 10        | (10)*      |
| 13.7.          | 1      | < 10           | < 10         | 14.7.           | 13*    | 28*         | 15*        |
| 20.7.          | 0      | 3              | 2            | 21.7.           | 33*    | 25*         | 50*        |
| 4.8.           | 1      | 2              | 0            | 28.7.           | 73*    | 92*         | 106**      |
| 18.8.          | 0      | 0              | 0            | 10.8.           | 47*    | 26*         | 66*        |
| 1.9.           | 1      | 2              | 1            | 25.8.           | 0      | 0           | 0          |
| 14.9.          | 1      | 1              | 0            | 9.9.            | 3      | 3           | 2          |
|                |        |                |              | 22.9.           | 4      | 6           | > 1        |

\* = huonoa talousvedeksi lääkintöhallituksen muuta talousvettä kuin THL 56 § tarkoittamaa vesijohtovettä koskevan normin perusteella (Yleiskirje N.O 1701, 1980)

\*\* = välttävää uimavettä lääkintöhallituksen normin perusteella (Yleiskirje N:o 1683, 1979)

() = epätarkka tulos

Taulukko 2. Kokonaiskoliiformiset bakteerit kalankasvatuslaitosten vesissä (kpl/100 ml)

| Nilakkalohi Oy |        |                |              | Savon Taimen Oy |        |             |            |
|----------------|--------|----------------|--------------|-----------------|--------|-------------|------------|
| pv             | tuleva | selkeytysallas | ohijuoksutus | pv              | tuleva | keskikanava | kasvatusk. |
| 2.6.81         | 1      | 140*           | 130*         | 2.6.            | 8      | 16          | 120*       |
| 9.6.           | 0      | 160*           | 270*         | 15.6.           | 280*   | 260*        | 510*       |
| 22.6.          | 16     | 140*           | 70*          | 23.6.           | 20     | 40          | 100*       |
| 30.6.          | 4      | 9800*          | 9500*        | 29.6.           | 16     | 60*         | 190*       |
| 7.7.           | 4      | 2900*          | 3000*        | 9.7.            | (12)   | 320*        | 150*       |
| 13.7.          | 3      | 2900*          | 4700*        | 14.7.           | 320*   | 460*        | 1100*      |
| 20.7.          | 2      | 2900*          | 4100*        | 21.7.           | 62*    | 200*        | 720*       |
| 4.8.           | 2      | 650*           | 820*         | 28.7.           | 150*   | 940*        | 1600*      |
| 18.8.          | 4      | 530*           | 2000*        | 10.8.           | 64*    | 1600*       | 1200*      |
| 1.9.           | 170*   | 1100*          | 1400*        | 25.8.           | 27     | 670*        | 210*       |
| 14.9.          | (30)   | 1200*          | 910*         | 9.9.            | 18     | 150*        | 90*        |
|                |        |                |              | 22.9.           | 35     | 120*        | 120*       |

\* = huonoa talousvedeksi lääkintöhallituksen muuta talousvettä kuin THL 56 § tarkoittamaa vesijohtovettä koskevan normin perusteella (Yleiskirje N:o 1701, 1980)

() = epätarkka tulos

Taulukko 3. Fekaaliset streptokokit kalankasvatuslaitosten vesissä (kpl/100 ml)

| Nilakkalohi Oy |                   |                       |                       | Savon Taimen Oy |                   |                     |                      |
|----------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|-------------------|---------------------|----------------------|
| pv             | tuleva            | selkeytysallas        | ohijuoksutus          | pv              | tuleva            | keskikanava         | kasvatusk.           |
| 2.6.81         | 1                 | 3                     | 5                     | 2.6.            | 0                 | 2                   | 5                    |
| 9.6.           | 7                 | 260 <sup>**</sup>     | (1400) <sup>***</sup> | 15.6.           | 46 <sup>*</sup>   | 150 <sup>**</sup>   | (100) <sup>**</sup>  |
| 22.6.          | (19) <sup>*</sup> | 65 <sup>*</sup>       | 140 <sup>**</sup>     | 29.6.           | (37) <sup>*</sup> | 640 <sup>**</sup>   | 430 <sup>**</sup>    |
| 7.7.           | 0                 | < 3000 <sup>***</sup> | < 3000 <sup>***</sup> | 14.7.           | 30 <sup>*</sup>   | 3000 <sup>***</sup> | 8100 <sup>***</sup>  |
| 20.7.          | (5)               | 18000 <sup>***</sup>  | 10500 <sup>***</sup>  | 21.7.           | 530 <sup>**</sup> | 7800 <sup>***</sup> | 11500 <sup>***</sup> |
| 4.8.           | 5                 | 4600 <sup>***</sup>   | 1700 <sup>***</sup>   | 28.7.           | 77 <sup>*</sup>   | 6400 <sup>***</sup> | 17700 <sup>***</sup> |
| 18.8.          | 29 <sup>*</sup>   | 35000 <sup>***</sup>  | 32000 <sup>***</sup>  | 10.8.           | 48 <sup>*</sup>   | 7100 <sup>***</sup> | 7400 <sup>***</sup>  |
| 1.9.           | 11 <sup>*</sup>   | 46000 <sup>***</sup>  | 80000 <sup>***</sup>  | 25.8.           | 23 <sup>*</sup>   | 1700 <sup>***</sup> | 3000 <sup>***</sup>  |
| 14.9.          | 53 <sup>*</sup>   | 61000 <sup>***</sup>  | 46000 <sup>***</sup>  | 9.9.            | 19 <sup>*</sup>   | 3400 <sup>***</sup> | 8600 <sup>***</sup>  |
|                |                   |                       |                       | 22.9.           | 18 <sup>*</sup>   | 7200 <sup>***</sup> | 2700 <sup>***</sup>  |

\* = huonoa talousvedeksi lääkintöhallituksen muuta talousvettä kuin THL 56 § tarkoittamaa vesijohtovettä koskevan normin perusteella (Yleiskirje N:o 1701, 1980)

\*\* = välttävää uimavettä lääkintöhallituksen normin perusteella (Yleiskirje N:o 1683, 1979)

\*\*\* = huonoa uimavettä lääkintöhallituksen normin perusteella (Yleiskirje N:o 1683, 1979)

() = epätarkka tulos

Taulukko 4. A. hydrophila kalankasvatuslaitosten vesissä (kpl/100 ml).

| Nilakkalohi Oy |        |                |              | Savon Taimen Oy |        |             |            |
|----------------|--------|----------------|--------------|-----------------|--------|-------------|------------|
| pv             | tuleva | selkeytysallas | ohijuoksutus | pv              | tuleva | keskikanava | kasvatusk. |
| 4.8.81         | 17     | 730            | 590          | 28.7.           | 56     | 7400        | 5500       |
| 18.8.          | 11     | 2000           | 1900         | 10.8.           | 17     | 730         | 590        |
| 1.9.           | 16     | 540            | 470          | 25.8.           | 31     | 4800        | 970        |
| 14.9.          | 5      | 300            | 470          | 9.9.            | 8      | 320         | 180        |
|                |        |                |              | 22.9.           | 11     | 170         | 130        |



Taulukko 5. 15 kuivarehunäytteen bakteeritiheys (kpl g<sup>-1</sup>)

|                                    | < 0.1 | 0.1 ... 1.0 | > 1 | suurin todettu |
|------------------------------------|-------|-------------|-----|----------------|
| kokonaiskoliiformiset bakteerit    | 3     | 7           | 5   | 3.4            |
| fekaaliset koliiformiset bakteerit | 12    | 3           | 0   | 0.6            |
| fekaaliset streptokokit            | 1     | 5           | 9   | > 18           |

Taulukko 6. Kokonaiskoliformisten bakteerien tiheys kuivarehussa ( $\lg \text{ kpl g}^{-1}$ , kahden MPN-estimaatin keskiarvo), kalan ulosteessa ( $\lg \text{ kpl g}^{-1}$  märkápainoa, kahden viidestä kalasta otetun kokoomanäytteen keskiarvo) ja sedimentissä ( $\lg \text{ kpl g}^{-1}$  kuiva-ainetta, Nilakkalohi Oy:n osalta kala-altaan ja selkeytysaltaan kahden rinnakkaisen näytteen keskiarvo ja Savon Taimen Oy:n osalta kolmen eri altaan kahden rinnakkaisen näytteen keskiarvo).

|                 | rehu   |                  |                  |                  | kalan uloste |                  |      | sedimentti |     |      |
|-----------------|--------|------------------|------------------|------------------|--------------|------------------|------|------------|-----|------|
|                 | pv     | FC <sup>1)</sup> | TC <sup>2)</sup> | FS <sup>3)</sup> | FC           | TC               | FC   | FC         | TC  | FS   |
| Nilakkalohi Oy  | 9.6.81 |                  |                  |                  | -            | -                | 3.1  | -          | 1.9 | 3.4  |
|                 | 22.6.  | - <sup>4)</sup>  | -                | -0.3             | -            | 1.2              | -    | -          | 4.1 | -    |
|                 | 7.7.   | -                | -0.6             | 0.7              | -            | -                | 3.5  | -          | 1.6 | 2.7  |
|                 | 20.7.  | -0.4             | -0.1             | 0.8              | -            | 3.7              | 4.2  | -          | 1.6 | 1.9  |
|                 | 4.8.   | -                | -1.2             | 0.2              |              |                  |      | -          | 3.3 | 2.6  |
|                 | 18.8.  | -0.9             | 0.5              | >1.1             | 0.8          | 3.4              | 3.6  | 1.1        | 3.1 | 2.8  |
|                 | 1.9.   | -                | -1.2             | -                | -            | 2.9              | 3.9  | 0.9        | 3.4 | 4.4  |
|                 | 14.9.  | -                | -                | -0.9             | -            | >6.0             | 6.8  | 0.7        | 3.9 | 4.5  |
| Savon Taimen Oy | 15.6.  | -                | 0.3              | 0.5              | -            | 1.0              | -    | 0.5        | 2.2 | 0.5  |
|                 | 29.6.  | -                | -                | -0.6             | -            | 3.6              | 4.7  | -          | 1.9 | 2.4  |
|                 | 14.7.  | -1.2             | 0.4              | -                | (1.6)        | ET <sup>5)</sup> | 7.0  | 0.5        | 2.3 | 3.1  |
|                 | 28.7.  | -0.5             | -0.3             | 1.1              | (1.4)        | 4.4              | 4.6  | 1.6        | 3.4 | 3.8  |
|                 | 10.8.  | -                | -1.2             | 1.0              | -            | ET               | 5.9  | 1.2        | 3.3 | 4.7  |
|                 | 25.8.  | -1.2             | 0.3              | 0.3              | -            | 3.5              | >4.0 | -          | ET  | >3.9 |
|                 | 9.9.   | -                | 0.2              | -1.0             | -            | 3.6              | 2.6  | -          | ET  | 5.5  |
|                 | 22.9.  | -                | -                | >1.3             | -            | 3.4              | >3.1 | 0.4        | 3.5 | 6.4  |

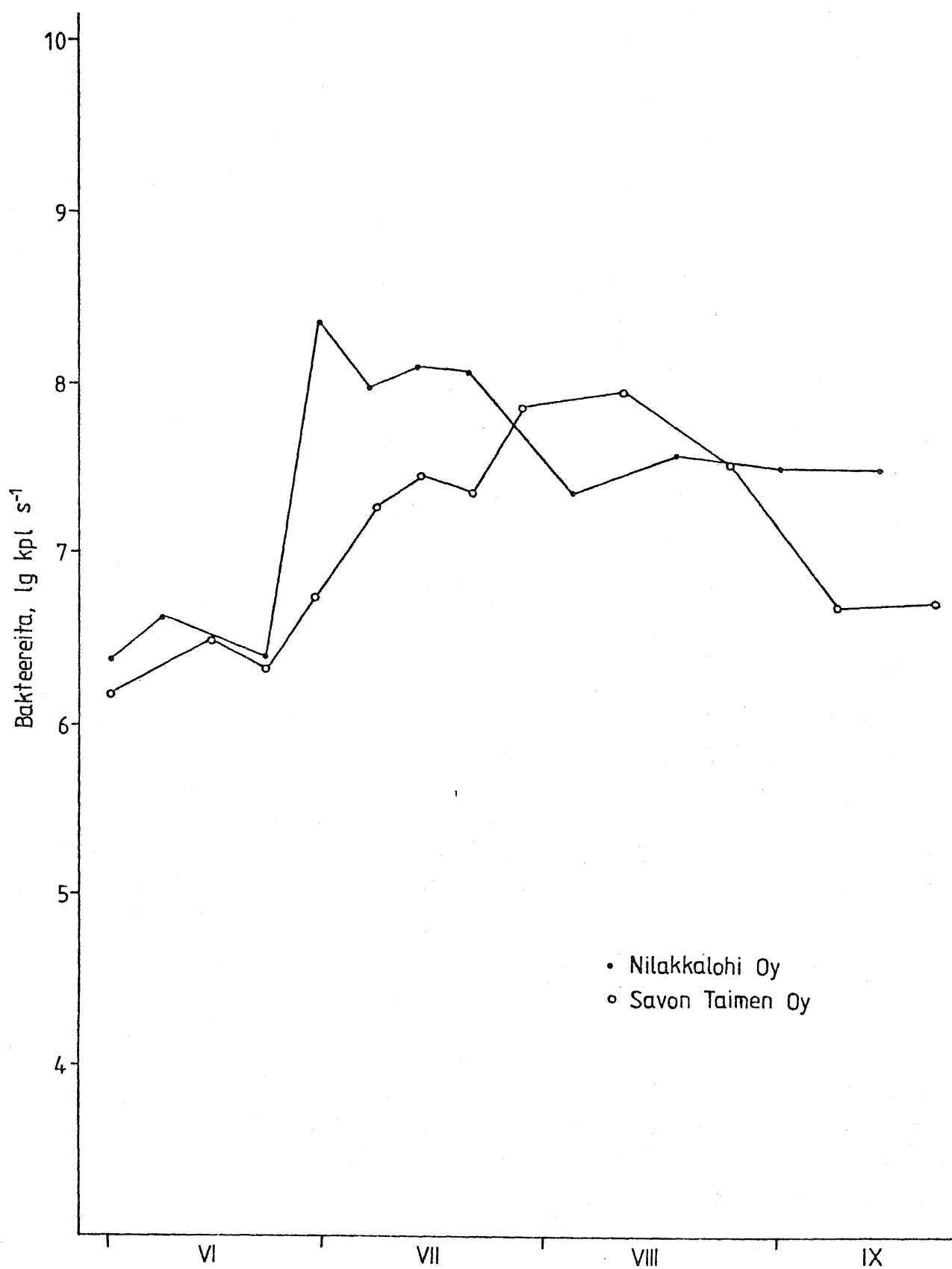
1) FC = fekaaliset koliformiset bakteerit

2) TC = kokonaiskoliformiset bakteerit

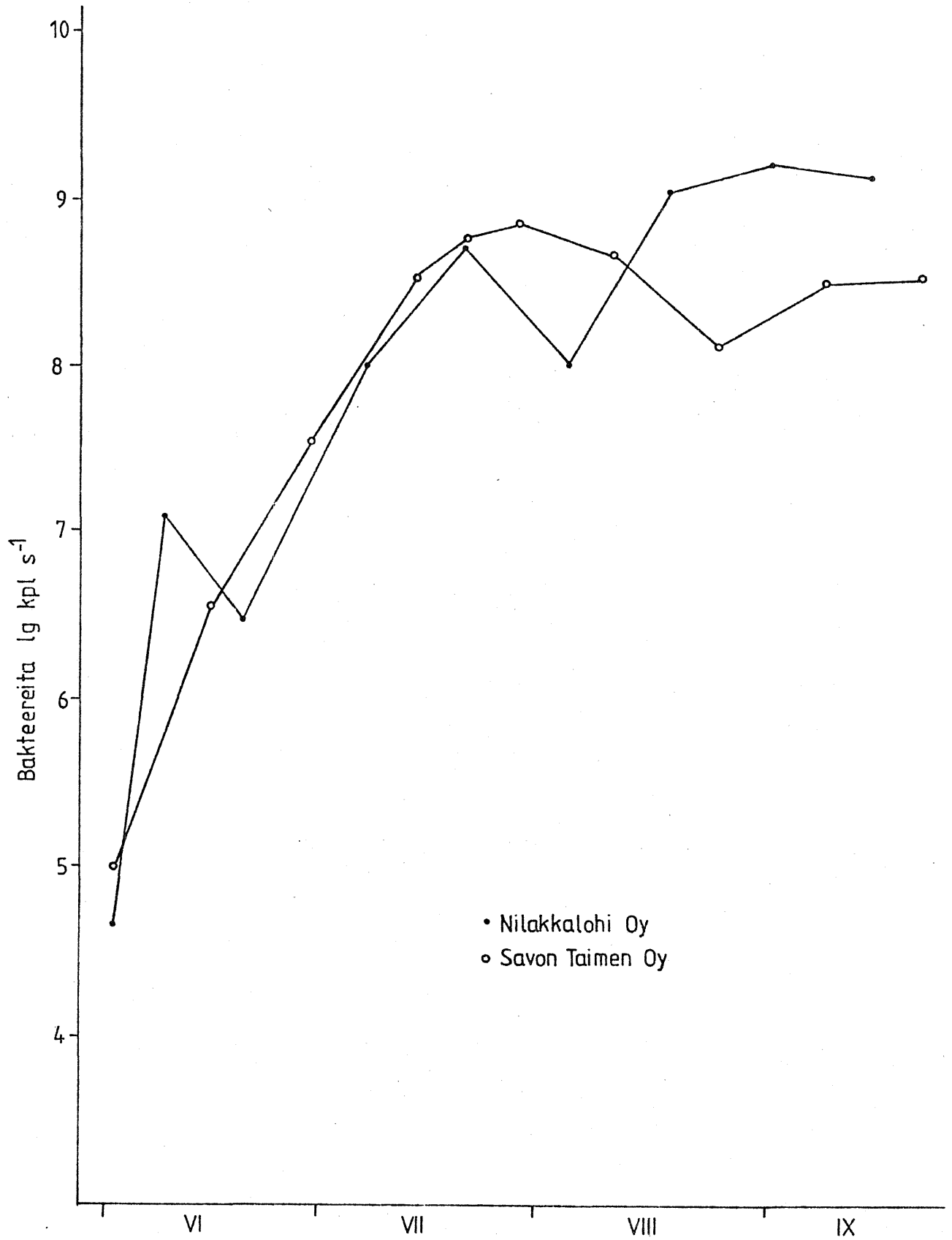
3) FS = fekaaliset streptokokit

4) - = alle  $10 \text{ kpl g}^{-1}$  märkää sedimenttiä ja kalan ulostetta, alle  $0.07 \text{ kpl g}^{-1}$  rehua

5) ET = epätyypilliset pesäkkeet täyttävät maljan



Kuva 1. Kokonaiskoliformisten bakteerien määrän lisäys kalankasvatustiloilla (Eri jakeiden konsentraatiot kerrottu vastaavalla virtaamalla)



Kuva 2. Fekaalisten streptokokkien määrän lisäys kalankasvatustiluksilla  
(Eri jakeiden konsentraatiot kerrottu vastaavalla virtaamalla)



